

XP-002203993

AN - 2001-393034 [42]

AP - JP19990292510 19991014

CPY - TOYM

DC - D15 J01

FS - CPI

IC - B01D61/02 ; B01D61/14 ; B01D61/58 ; B01D63/02 ; B01D69/08 ; B01D71/56 ;
B01D71/82 ; C02F1/44

MC - D04-A01E D04-B07 J01-C03

PA - (TOYM) TOYOBO KK

PN - JP2001113274 A 20010424 DW200142 C02F1/44 005pp

PR - JP19990292510 19991014

XA - C2001-119988

XIC - B01D-061/02 ; B01D-061/14 ; B01D-061/58 ; B01D-063/02 ; B01D-069/08 ;
B01D-071/56 ; B01D-071/82 ; C02F-001/44

AB - JP2001113274 NOVELTY - The method involves pretreating raw water with nanofiltration membrane module which consists of hollow fiber membrane having performance of more than 0.3 m3/m2/day followed by desalting. When 0.05 weight% (wt.%) magnesium sulfate aqueous solution of pH 6 is passed through the module at 25 deg. C and 0.5 MPa pressure, the amount of water permeability is 90% or more.

- USE - For desalting raw water for removal of bivalent ions, such as hardness component and sulfate ions.

- ADVANTAGE - Installation space of membrane module for pretreatment in a preprocessing installation is reduced.

- (Dwg.0/0)

IW - RAW WATER DESALINATE METHOD REMOVE BIVALENT ION PRETREATMENT RAW WATER MEMBRANE MODULE CONSIST HOLLOW MEMBRANE

IKW - RAW WATER DESALINATE METHOD REMOVE BIVALENT ION PRETREATMENT RAW WATER MEMBRANE MODULE CONSIST HOLLOW MEMBRANE

NC - 001

OPD - 1999-10-14

ORD - 2001-04-24

PAW - (TOYM) TOYOBO KK

TI - Raw water desalting method, for removal of bivalent ions, involves pretreating raw water by nanofiltration membrane module which consists of hollow fiber membrane

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001113274
PUBLICATION DATE : 24-04-01

APPLICATION DATE : 14-10-99
APPLICATION NUMBER : 11292510

APPLICANT : TOYOBO CO LTD;

INVENTOR : BABA SHUNICHIRO;

INT.CL. : C02F 1/44 B01D 61/02 B01D 61/14 B01D 61/58 B01D 63/02 B01D 69/08 B01D 71/56
B01D 71/82

TITLE : DESALTING METHOD

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high degree water cleaning treatment method capable of reducing the arranging space of a nano-filter membrane module for pretreatment, in a process performing pretreatment for removing divalent ions by the nano-filter membrane module and subsequently performing desalting treatment.

SOLUTION: A nano-filter membrane module using a highly water permeable hollow fiber membranes capable of removing divalent ions is used in pretreatment.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(11)特許出願公開番号

特開2001-113274

(P2001-113274A)

(13)公開日 平成13年4月24日(2001.4.24)

(51)Int.Cl. ⁷		識別記号	F I	7-71-17 (参考)
C 0 2 F	1/44		C 0 2 F 1/44	H 4 D 0 0 6
				G
B 0 1 D	61/02	5 0 0	B 0 1 D 61/02	5 0 0
	61/14	5 0 0	61/14	5 0 0
	61/58		61/58	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 5 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願平11-292510	(71)出願人	000003160 東洋紡績株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号
(22)出願日	平成11年10月14日(1999. 10. 14)	(72)発明者	熊野 淳夫 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社総合研究所内
		(72)発明者	松井 洋一 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社総合研究所内
		(72)発明者	馬場 俊一郎 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社総合研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 脱塩方法

(57) 【要約】

【課題】 ナノろ過膜モジュールで2価イオン除去の前処理をした後、脱塩処理する工程において、前処理用のナノろ過膜モジュールの設置スペースを削減できる高度浄水処理方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 2価イオンの除去が可能で高透水性の中
空糸膜を用いたナノろ過膜モジュールを前処理に用いる
ことを特徴とする脱塩方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原水をナノろ過膜モジュールで前処理した後、脱塩処理する工程において、前記ナノろ過膜モジュールが、0.05重量%の硫酸マグネシウム水溶液を25℃、pH6、0.5MPaの加圧下での硫酸マグネシウムの除去率および、膜面積当たりの透水量がそれぞれ、90%以上、 $0.3\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上の性能を有する中空糸膜からなる膜モジュールであることを特徴とする脱塩方法。

【請求項2】 脱塩手段が逆浸透法である請求項1に記載の脱塩方法。

【請求項3】 原水が海水である請求項1または2に記載の脱塩方法。

【請求項4】 前処理でのナノろ過膜モジュールが1段法システムである請求項2または3に記載の脱塩方法。

【請求項5】 逆浸透法の逆浸透膜が中空糸型逆浸透膜である請求項2ないし4のいずれかに記載の脱塩方法。

【請求項6】 ナノろ過膜モジュールの中空糸膜が複合中空糸膜である請求項1ないし5のいずれかに記載の脱塩方法。

【請求項7】 複合中空糸膜の分離活性層がポリアミド系重合体である請求項6に記載の脱塩方法。

【請求項8】 ポリアミド系重合体が架橋ポリアミド系重合体である請求項7に記載の脱塩方法。

【請求項9】 架橋ポリアミド系重合体が主として架橋ポリビペラジンアミドからなる請求項8に記載の脱塩方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原水を脱塩処理する方法の改良に関するものである。さらに詳細に述べれば、スケール成分である硬度成分や硫酸イオンなどの2価イオンの除去が可能で、高透水性の中空糸膜からなる膜モジュールを用いて前処理することにより、従来の、脱塩方法に比べ、高回収率で脱塩が可能となり、エネルギーコストの低減を図ることができるのみならず、前処理に要するモジュールの設置スペースを削減できる。特に、スケールとなる硬度成分、硫酸イオンの多い、カン水や海水の脱塩に有効である。

【0002】

【従来の技術】脱塩工程で原水に対する脱塩水の割合、すなわち回収率を大きくすることは、脱塩工程の省エネルギーになり、また濃縮排水量の削減にもなるため好ましい。しかしながら、原水にカルシウムやマグネシウム、硫酸イオンなどのスケール成分が多いと、高回収率運転での脱塩においては、これらのスケール成分が濃縮し、スケールとなって、膜などの脱塩装置に析出し、脱塩性能を低下させる場合がある。例えば、一般海水の脱塩の場合、硫酸カルシウム類は、濃縮倍率が3倍を越えればスケール析出の可能性が高くなることが知られてい

る。このため、2価イオンの除去が可能なナノろ過膜を用いて、原水中のスケール成分を除去し、脱塩工程での前記スケール問題を軽減することが、例えば、Desalination、第118巻、1998年、35頁から51頁に提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記ナノろ過膜のほとんどが複合膜からなる平膜であり、膜面積当たりの透水性能が大きいものの、膜モジュール当たりの膜面積が小さいため設置スペースが小さくならない。一方、膜モジュール当りの膜面積が大きい中空糸膜も検討されているが、膜面積当たりの透水性能が小さく、膜モジュール当たりの膜面積が大きくと、設置スペースは小さくならないのが実情である。また、平膜モジュールの代表例であるスパイラル膜型モジュールではモジュール内を流れる濃縮水流量を確保するため、上流側の膜モジュールの濃縮水を下流側の膜モジュールに供給する、いわゆるクリスマスツリー型のリジェクトシリーズにする必要があり、しかも、膜モジュール圧損が大きいため、膜モジュール間に昇圧ポンプが必要とする場合があり、配列も複雑である。流量を確保できない場合は循環方式でモジュール内流量を大きくする必要がある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者は、スケール成分となる2価イオン、特に硫酸イオン、カルシウムイオンの除去が可能でしかも高透水性の中空糸膜からなる膜モジュールを脱塩工程の前処理に用いることにより、脱塩工程の前処理に用いる膜モジュールの設置スペースを小さくできることを見だし本発明に至った。又、中空糸膜モジュールを用いることにより、膜モジュールの圧損も小さくなり、1段法システムが可能となる。

【0005】すなわち、本発明は、下記のものである。

- ① 原水をナノろ過膜モジュールで前処理した後、脱塩処理する工程において、前記ナノろ過膜モジュールが、0.05重量%の硫酸マグネシウム水溶液を25℃、pH6、0.5MPaの加圧下での硫酸マグネシウムの除去率および、膜面積当たりの透水量がそれぞれ、90%以上、 $0.3\text{ m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 以上の性能を有する中空糸膜からなる膜モジュールであることを特徴とする脱塩方法。
- ② 脱塩手段が逆浸透法である請求項1に記載の脱塩方法。
- ③ 原水が海水である上記①または②に記載の脱塩方法。
- ④ 前処理でのナノろ過膜モジュールが1段法システムである上記②または③に記載の脱塩方法。
- ⑤ 逆浸透法の逆浸透膜が中空糸型逆浸透膜である上記②ないし④のいずれかに記載の脱塩方法。

⑥ ナノろ過膜モジュールの中空糸膜が複合中空糸膜である上記①ないし⑤のいずれかに記載の脱塩方法。

⑦ 複合中空糸膜の分離活性層がポリアミド系重合体である上記⑥に記載の脱塩方法。

⑧ ポリアミド系重合体が架橋ポリアミド系重合体である上記⑦に記載の脱塩方法。

⑨ 架橋ポリアミド系重合体が主として架橋ポリビペラジンアミドからなる上記⑧に記載の脱塩方法。

【0006】本発明において、中空糸膜の硫酸マグネシウムの除去性能は、回収率、すなわち、供給水流量に対する透過水流量の割合が小さく、5%以下の場合をの値を意味する。この除去性能が高いほど、スケール成分の除去性能が高くなるため好ましい。例えば、スケール成分には炭酸カルシウムや水酸化マグネシウムなどのいわ

膜透過水中の硫酸マグネシウムの濃度

$$\text{除去率} = \left(1 - \frac{\text{膜透過水中の硫酸マグネシウムの濃度}}{\text{膜供給水中の硫酸マグネシウムの濃度}} \right) \times 100 (\%) \quad (1)$$

膜供給水中の硫酸マグネシウムの濃度

【0008】本発明において、膜面積当たりの透水量とは、0.05重量%の硫酸マグネシウム水溶液を、供給圧力1.0MPa、温度25℃、回収率が5%以下の条件で測定した場合の透水流量 ($\text{m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$) である。この値が大きいくほど、膜モジュールあたりの透水量が大きくなるため、高いほど好ましく、 $0.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ 以上が好ましく、 $0.6 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ 以上がより好ましい、さらに好ましくは、 $0.9 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{日}$ 以上である。

【0009】本発明において、中空糸膜は選択透過性を有する中空糸状の分離膜であり、いわゆる非対称膜、複合膜など特に限定されないが、性能の点から複合膜が好ましい。また、外圧型、内圧型いずれでもかまわない。有効膜面積が大きくなる外圧型が好ましい。中空糸膜の外径は大きすぎると膜モジュールあたりの膜面積が小さくなり、また、中空糸膜の内径が小さすぎると中空部内の流動圧損が大きくなるため、中空糸膜の寸法は性能等を考慮して、設定することが望ましい。さらに少なくとも操作圧力以上の圧力に耐え得ることが必要である。本発明においては特に限定されないが、例えば、外径は1,000 μm ~ 100 μm が好ましく、より好ましくは、700 μm ~ 150 μm である。内径は800 μm ~ 70 μm が好ましく、より好ましくは500 μm ~ 100 μm である。

【0010】本発明において、中空糸膜からなる膜モジュールは中空糸膜からなるものであれば特に限定されない。中空糸膜の配置方法としては平行配置、交差配置、U字型配置などがあり、必要に応じて分配管を設けたり、モジュールとしての性能が十分発現するものを選定することが可能である。膜モジュール当たりの膜面積が大きくなるように充填率は高い方が好ましいが、高すぎると中空糸膜間でファウリングを生じる場合があるため

ゆるソフトスケールと、硫酸カルシウム類（石膏、硫酸カルシウム2水塩など）などのハードスケールがあり、実用上は後者が問題となる。炭酸カルシウムはpH調整することで、かなりスケール生成を抑えられるが、硫酸カルシウム類は、濃度を下げる以外は困難であり、脱塩工程での高回収率化の問題となっている。また、海水を処理する場合などナノろ過膜にかかる浸透圧が大きくなりすぎないように、塩化ナトリウムの除去率は50%以下が好ましい。

【0007】本発明において、硫酸マグネシウムの除去率は、供給液濃度0.05重量%、供給圧力1.0MPa、温度25℃、回収率が5%以下の条件で測定した場合の除去率であり、下記(1)式で定義される。

【数1】

最適に設定することが望ましい。例えば30%~80%が好ましく、40%~75%がより好ましい。また、中空糸膜の性能が膜モジュールで十分発現するように、膜モジュール内で偏流が生じないように構造、中空糸膜配置を設定することが好ましい。

【0011】本発明において、脱塩方法とは、原水から塩分を除去する方法であり、蒸発法、電気透析法、逆浸透法など特に限定されない。塩分の濃度にもよるが、例えば海水を淡水化する場合は消費エネルギーの点から逆浸透法が好ましい。逆浸透法では、逆浸透膜が平膜状であるスパイラル型モジュールと、中空糸膜状である中空糸型に大別される。コンパクト性、耐濁質性の点から中空糸型が好ましい。

【0012】本発明において、1段法システムとは、前記の上流側モジュールの濃縮水を下流のモジュールに供給する、いわゆるクリスマスツリー配置を取ること無く、また、モジュール間に昇圧手段を設けないシステムであり、これにより、モジュール配置が複雑とならない。特に、中空糸膜モジュールでは一般的にはモジュール内の圧力損失が小さいため、このような配置を設定することが容易である。

【0013】本発明において、ナノろ過膜とは、限外ろ過膜と逆浸透膜との間に位置づけられる分面特性を有する領域の膜を意味する。具体的には、原水中の1価イオンの除去性能に比べ、2価イオンの除去性能が特に高いものである。スケール成分となる硬度成分や硫酸イオンの除去性能が高いことが好ましく、例えば、硫酸マグネシウムの除去率が90%以上であり、好ましくは95%以上である。

【0014】なお、ナノろ過膜による前処理工程自体が高回収率運転となる場合があり、あまり除去率が高すぎ

ると運転条件によってはナノろ過膜自体にスケールが析出するため最適な運転条件を設定することが必要である。例えば、アルカリ側では、炭酸カルシウムの溶解度が小さいため、炭酸カルシウムのスケールが析出する場合があり、また、同じくアルカリ側ではスケール成分の内、カルシウム、マグネシウムの硬度成分の除去性能が低くなるため、ナノろ過膜による前処理は酸性側が好ましい。但し、膜の耐化学的安定性やpH調整のための使用薬品量、コストの点から、pHが6から6.5が好ましい。

【0015】本発明において、複合中空糸膜は、分離対象物に対して実質的に分離性能を示さない多孔質中空糸膜の外表面及びまたは内表面に分離活性層を設けたものである。外表面に分離活性層を設けたものの方が有効膜面積は大きくなるため好ましい。

【0016】多孔質中空糸膜は、分離活性層を支えるための支持膜であれば特に限定されない。その外表面に好ましくは0.1 μ m以下、より好ましくは0.05 μ m以下の微細孔を有し、外表面以外の裏面までの構造は流体の透過抵抗を必要以上に大きくしないために、外表面の微細孔より大きな細孔からなるものが好ましく、網状、指状ポイドまたはそれらの混合構造のいずれでもよい。素材は特に限定されないが、機械的強度、化学的安定性、耐熱性等の特性から例えば、ポリスルホン系樹脂が好ましい。

【0017】本発明において、分離活性層は分離対象物である2価イオンを除去できる機能を有していれば特に限定されない。例えば、ポリアミド系重合体薄膜があげられる。ポリアミド系重合体は、多官能性アミンと多官能性酸ハロゲン化物の界面重縮合反応により得られた架橋ポリアミド重合体薄膜が好ましく、架橋ポリピペラジンアミド、全芳香族架橋ポリアミドなどがあげられる。特に、架橋ポリピペラジンアミドが好ましい。厚みはピンホールがなければ薄いほど好ましい。製膜安定性、透過性能等を考慮すると1.0 μ m以下が好ましく、0.5 μ m以下がより好ましい。この分離活性層の表面に必要に応じて、例えばポリビニルアルコール系の保護層が形成されていてもよい。

【0018】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例により何ら制限されるものではない。

【0019】実施例

ポリスルホン20重量部、トリエチレングリコール4重量部、N,N-ジメチルアセトアミド(DMAc)75.5重量部、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.5重量部からなる製膜原液を、チューブインオリフィス型紡糸ノズルを用いて外周部から、DMAc30重量部、水70重量部からなる芯液を内周部から、それぞれ同時に押し出し、6cmの空气中を走行した後、DM

Ac5重量部、水95重量部からなる凝固液中に15minの速度で引き取り、水洗工程を経て、中空糸型多孔質支持体(外径350 μ m/内径200 μ m)を得た。該多孔質支持体を、ピペラジン2重量部、トリエチレングリコール1重量部、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.07重量部からなるアミン水溶液中に1分間接触させ、該多孔質支持体を引き上げた後、余分なアミン水溶液を液切りし、トリメチン酸クロリド1重量部を含むヘキサソラン溶液、フッ素系溶媒(フッリナートFC-70、住友3M社製)、1重量部酢酸水溶液に順次接触させることで、該多孔質支持体の外表面にポリアミド薄膜を形成させた複合中空糸膜を得た。この複合中空糸膜の透水量、硫酸マグネシウムの除去率を測定した結果、透水量、硫酸マグネシウムの除去率はそれぞれ0.37m³/m²・日、95.3%であった。なお、この複合中空糸膜の性能は次のようにして求めた。上記複合中空糸膜を用いた膜面積約100cm²のミニモジュールを作製し、このミニモジュールに対し、温度25°C、pH6にて硫酸マグネシウムの500g/m³水溶液を複合中空糸膜の外側に操作圧力0.5MPaで供給して脱塩を行い、透過水の単位膜面積あたりの透水量、塩濃度を測定した。この場合の回収率すなわち供給水流量に対する透過水流量の割合は5%以下と十分に小さいものであった。

【0020】これらの複合中空糸膜約50,000本を多孔質芯管の回りにほぼ円筒状の束に配置して、両端を樹脂で固化し、片端部を切断し中空糸膜を開口させた。この膜エレメントを外径150mm、長さ840mmの圧力容器に装着して、ナノろ過膜モジュールとした。このナノろ過膜モジュールの有効膜面積は約38m²であった。

【0021】このナノろ過膜モジュールに温度25°C、pH6にて硫酸マグネシウムの500g/m³水溶液を膜モジュールの供給水口に操作圧力1.0MPaで供給して脱塩を行い、10分後の塩濃度を測定した。この場合の回収率は50%であり、除去率は91.1%であった。

【0022】実海水を砂ろ過で処理した後、このナノろ過膜モジュール2本に0.5MPaで供給し、回収率を20%に設定した。透過水の流量は10.4m³/日で、導電率は3530mS/mであった。供給水の導電率は3920mS/mであった。スケール成分の内の代表的な2価イオン濃度は表1に示すように低減されている。この透過水を6MPaに昇圧して中空糸型逆浸透膜モジュールHR5355(東洋紡製)に供給し、回収率を55%に設定した。透過水の流量は5.2m³/日で塩濃度は148mg/Lであった。この逆浸透膜モジュールを前処理するのに要したナノろ過膜モジュールは1本であり、膜モジュールの設置スペースが小さく、コンパクトになることが確認された。

【0023】比較例

特開昭62-244404号公報に開示されているコポリアミド素材を用い、製膜原液のコポリアミド濃度が30重量%、ジグリセリン濃度が1.5重量%、塩化カルシウム濃度が2.5%であり、製膜後の熱水処理条件が75℃、1時間である以外は特開平2-63535号公報に開示されて製法に準じて外径270 μ m、内径150 μ mの非対称中空糸膜を乾湿式紡糸法で作製した。この非対称中空糸膜の透水量、硫酸マグネシウムの除去率を実施例1と同様の条件で測定した結果、透水量、硫酸マグネシウムの除去率はそれぞれ0.06m³/m²/日、94.5%であった。

【0024】これらの非対称中空糸膜85,000本を多孔質芯管の回りにはば円筒状の束に配置して、両端を樹脂で固化し、片端部を切断し中空糸膜を開口させた。この膜エレメントを外径150mm、長さ840mmの圧力容器に装着して、膜モジュールとした。この膜モジュールの有効膜面積は約50m²であった。

【0025】この膜モジュールに温度25℃、pH6にて硫酸マグネシウムの500g/m³水溶液を膜モジュールの供給水口に操作圧力1.0MPaで供給して脱

塩実験を行い、10分後の各溶質濃度を測定した。この場合の回収率は50%で、除去率は91.6%であった。

【0026】ナノろ過膜モジュールが異なる以外は実施例1と同様にして実海水の脱塩実験を行った。透過水量はナノろ過膜モジュールが1本当り1.1m³/日/本であり、10本を並列配置にして、1段で処理し、透過水量11.1m³/日を得た。透過水の導電率は3490mS/mであった。スケール成分の内の代表的な2価イオン濃度は表1に示すように低減されている。この透過水を6MPaに昇圧して中空糸型逆浸透膜モジュールHR5355（東洋紡製）に供給し、回収率を55%に設定した。透過水の流量は5.3m³/日で塩濃度は146mg/lであった。この逆浸透膜モジュールを前処理するのに要したナノろ過膜モジュールは10本であり、前処理の効果は認められているが、膜モジュールあたりの透過水量が小さく、実装置の場合は膜モジュールの設置スペースが大きくなり、好ましくない。

【0027】

【表1】

項 目	原水濃度 (mg/L)	実施例		比較例	
		前処理 ナノろ過膜透過水濃度 (mg/L)	除去率 (%)	前処理 ナノろ過膜透過水濃度 (mg/L)	除去率 (%)
カルシウムイオン	330	180	45	178	46
マグネシウムイオン	1010	480	54	455	55
硫酸イオン	2070	670	68	662	68

【0028】

【発明の効果】本発明の脱塩方法では、スケール成分となる2価イオンの除去が可能で高透水性の中空糸膜から

なるナノろ過膜モジュールを脱塩工程の前処理に設けているため、前処理設備における膜モジュールの設置スペースが大幅に削減することができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

B01D 63/02
69/08
71/56
71/82

510

B01D 63/02
69/08
71/56
71/82

510

Fターム(参考) 4D006 GA03 GA05 HA03 HA05 HA19

JA02B KA02 KA52 KA55
KA57 KB15 KE03P KE07P
KE12P KE13P KE15Q KE16P
KE19P KE30P MA01 MA07
MA09 MA22 MA33 MB02 MB06
MC33 MC56X MC62X NA04
PA01 PB03 PB27 PB28

